

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pencemaran lingkungan bukanlah suatu hal yang baru karena pencemaran lingkungan telah terjadi sejak dahulu sampai sekarang. Pencemaran dikatakan berbahaya apabila yang dirusak oleh bahan pencemar tersebut adalah organisme hidup, terutama penunjang kehidupan manusia walaupun tanpa harus mengenai manusia secara langsung (Amsyari, 1986).

Pencemaran udara dapat diartikan adanya bahan-bahan atau zat-zat asing dalam udara yang dapat menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Udara dikatakan tercemar apabila kehadiran bahan atau zat asing di udara dalam jumlah tertentu serta dalam waktu yang cukup lama dapat mengganggu kehidupan manusia dan makhluk hidup lain (Arya, 1995).

Di daerah perkotaan padat penduduk, gas pencemar berasal dari asap kendaraan, gas buangan pabrik, pembangkit tenaga listrik, asap rokok, pelarut zat organik (Darmono, 2001). Pencemar udara dan lingkungan yang utama salah satunya dari timbal (Sartono, 2002).

Logam Pb banyak digunakan dalam bahan bakar kendaraan bermotor yang berfungsi sebagai anti ketuk. Logam Pb digunakan dalam bentuk senyawa organik *tetrametil-Pb* (TML) dan *tetraetil-Pb* (TEL). Emisi timbal ke dalam lapisan atmosfer dapat berbentuk gas dan partikulat. Emisi timbal yang masuk

dalam bentuk gas terutama berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Timbal merupakan hasil samping dari pembakaran kendaraan bermotor (Palar, 1994).

Sayur yang ditanam di tepi jalan ramai lalu lintas kendaraan bermotor tidak tertutup kemungkinan tercemar timbal. Sampel yang diambil adalah kemangi karena kemangi banyak dikonsumsi masyarakat. Sampel diambil dari dua lokasi berbeda yaitu di jalan Diponegoro No 69 Kartasura sebagai sampel lokasi ramai lalu lintas kendaraan bermotor karena lokasi tersebut banyak dilalui kendaraan bermotor. Lokasi kedua di desa Jati Jaten Karanganyar sebagai lokasi sepi lalu lintas kendaraan bermotor. Diambil di dua lokasi berbeda dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan kadar polutan Pb dalam kemangi di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor.

Absorbansi sampel dibaca menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) karena SSA merupakan metode yang sering digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu bahan dengan kepekaan, ketelitian, serta selektivitas yang tinggi.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu :

1. Apakah ada polutan logam timbal dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor ?
2. Berapakah kadar timbal dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor ?

3. Apakah ada perbedaan kadar pencemaran logam timbal secara statistik dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor ?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk membuktikan adanya polutan timbal dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor.
2. Untuk menetapkan kadar polutan timbal dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor.
3. Untuk membuktikan perbedaan kadar timbal secara statistik dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor.

D. Tinjauan Pustaka

1. Timbal

Timbal adalah logam berat konvensional yang sering menyebabkan keracunan pada hewan. Rumput pakan ternak yang terkontaminasi timbal dari udara sering menyebabkan keracunan kronis, tetapi padang rumput yang terkontaminasi cemaran limbah peleburan logam ataupun dari limbah baterai / aki sering menyebabkan toksisitas akut (Darmono, 2001).

Timbal tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya. Kadar timbal dalam tanah berkisar antara 5-25 mg/kg dalam air tanah dari 1-60 $\mu\text{g/L}$, kadar di udara di bawah 1 $\mu\text{g/m}^3$, tetapi dapat jauh lebih tinggi di tempat kerja tertentu dan di daerah yang lalu lintasnya padat. Penggunaan timbal di industri misalnya sebagai zat tambahan bahan bakar, digunakan dalam aki mobil dan kabel (Frank, 1995).

Timbal pada dasarnya tidak dapat diurai menjadi zat lain dan bila terakumulasi dalam tanah relatif lama, oleh karena itu bila timbal terlepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup. Timbal mempunyai sifat-sifat antara lain (Sunu, 2001) :

- a. Merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi beberapa bentuk.
- b. Mempunyai titik cair yang rendah sehingga bila digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang sederhana
- c. Membentuk *alloy* dengan logam lainnya, sehingga dapat menghasilkan sifat logam yang berbeda.
- d. Mempunyai *densitas* lebih tinggi dibanding logam lainnya, kecuali merkuri, emas.
- e. Mempunyai sifat kimia yang menyebabkan timbal dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung, jika kontak dengan udara lembab (Sunu, 2001).

Timbal masuk dalam tubuh melalui pernafasan dan proses pencernaan kemudian diabsorpsi dalam sistem sirkulasi paru paru dan pencernaan dikeluarkan lewat urin dan feses (Kirck-Othmer, 1998).

Masuknya timbal dalam tubuh dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan resiko berkembangnya penyakit tertentu. Bagian tubuh yang diserang adalah darah, sistem nervous, sistem digesti, sistem reproduksi, ginjal. Dapat menimbulkan efek antara lain anemia, otot lemah, kerusakan ginjal, dan efek dari reproduksi misalnya menurunnya kesuburan pada wanita / pria serta kerusakan janin pada ibu hamil (Kirck, 1998).

Keracunan yang ditimbulkan timbal dapat terjadi karena masuknya senyawa logam tersebut dalam tubuh melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit (Palar, 1994).

Komponen utama udara yaitu nitrogen (78,09%) dan oksigen (20,94%). Komponen yang jumlahnya sedikit yaitu argon ($9,34 \times 10^{-1} \%$) dan karbon dioksida ($3 \times 10^{-2} \%$), sedangkan komponen lain yang jumlahnya sangat sedikit terdiri atas neon ($1,82 \times 10^{-3} \%$), helium ($5,24 \times 10^{-4} \%$), metana ($2 \times 10^{-4} \%$), kripton ($1,4 \times 10^{-4} \%$), xenon ($8,7 \times 10^{-5} \%$), hidrogen ($5 \times 10^{-5} \%$), CO ($1,2 \times 10^{-5} \%$), NO ($2,5 \times 10^{-6} \%$), ozon ($0,1 \times 10^{-5} \%$), NO₂ ($1 \times 10^{-5} \%$), amoniak ($1 \times 10^{-6} \%$), SO₂ ($2 \times 10^{-8} \%$) (Muhono, 1997).

Pencemaran udara merupakan masalah serius yang dihadapi oleh negara-negara industri. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran udara ternyata sangat merugikan, tidak hanya merugikan manusia saja tetapi juga dapat merusak lingkungan lainnya seperti hewan, tanaman, bangunan, gedung-gedung dan lain sebagainya (Arya, 1995).

Dalam bahan bakar kendaraan bermotor biasanya ditambahkan pula bahan *scavenger*, yaitu etilena dibromida (C₂H₄Br₂) dan etilena dikhlorida

(C₂H₄Cl₂). Senyawa ini dapat mengikat residu timbal yang dihasilkan setelah pembakaran, sehingga di dalam gas buangan terdapat senyawa timbal dengan halogen (PbBr₂ & PbCl₂) (Palar, 1994).

Berdasarkan buletin WHO yang dikutip Holzworth dan Cormick tentang penentuan tercemar atau tidaknya udara suatu daerah berdasarkan parameter sebagai berikut :

Tabel 1. Kriteria Udara Bersih dan Udara Tercemar Menurut WHO (Muhono, 1997)

Parameter	Udara bersih	Udara tercemar
1. Bahan partikel	0,01 – 0,02 mg/m ³	0,07 – 0,7 mg/m ³
2. SO ₂	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 2 ppm
3. CO	< 1 ppm	5 – 200 ppm
4. NO ₂	0,003 – 0,02 ppm	0,02 – 0,1 ppm
5. CO ₂	310 – 330 ppm	350 – 700 ppm
6. Hidrokarbon	< 1 ppm	1 -20 ppm

2. Pengenalan Tumbuhan Kemangi

Dalam dunia tumbuhan klasifikasi ilmiah dari kemangi tergolong dalam divisio Spermatophyta, subdivisio Angiospermae, kelas Dicotyledonae, subkelas Sympetalae, bangsa Tubiflorae (Solanales, Personatae), keluarga Labiatae, suku Ocimum, Jenis *Ocimum sanctum* L (Tjitrosoepomo, 1988).

Kemangi merupakan herba tegak, sangat harum. Batang sering keunguan. Tangkai daun berukuran 0,5-2 cm. Helaian daun bulat telur ellips.

Karangan semu berbunga 6 berkumpul menjadi tandan ujung. Daun pelindung ellips atau bulat telur panjang 0,5-1 cm. Kelopak berambut pendek atau gundul. Buah keras coklat tua, gundul waktu dibasahi membengkak sekali. Sering ditanam, lebih sering menjadi tanaman liar, tepi kebun, tepi jalan. Tanaman sangat berubah-ubah (Van Steenis, 2003).

Bijinya yang hitam dan kecil akan mengembang menjadi massa yang berlendir bila direndam dalam air. Kemangi hendaknya ditanam di pekarangan terbuka, menerima sinar matahari penuh dengan pengolahan tanah yang tidak perlu serius. Dicangkul secara serampangan pun sudah cukup. Kemangi baru bisa dipetik setelah umur 2,5 bulan, pada umumnya dipetik pucuk daun muda (herba) (Soeseno, 1982).

Herba kemangi sering dimakan sebagai lalap dan baunya harum. Pucuk daun akan membentuk bunga kemudian membentuk biji, untuk benih. Di Jawa Barat tanaman kemangi dikenal sebagai serawung (Syamsuhidayat dan Hutapea, 1991).

3. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Fraunhofer pertama kali mengamati peristiwa serapan atom, ketika menelaah garis-garis hitam pada spektrum matahari, sedangkan yang memanfaatkan prinsip serapan atom untuk pertama kalinya pada bidang analisis adalah seorang peneliti Australia yaitu Alan Walsh pada tahun 1955. Sebelumnya ahli kimia banyak tergantung pada cara-cara spektrofotometrik atau metode analisis spektrografik. Beberapa spektrografi sulit dan memakan waktu lama, kemudian segera digantikan dengan spektroskopi serapan atom

atau *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Metode ini sangat tepat untuk analisis logam dan zat lain pada konsentrasi rendah (Khopkar, 1990).

Metode Spektrofotometri Serapan Atom merupakan suatu metode yang sering digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu bahan dengan kepekaan, ketelitian serta selektivitas yang tinggi. SSA dapat juga dilakukan atomisasi tanpa nyala (*Flameless Atomization*), dengan cara menggunakan energi listrik pada batang karbon (CRA = *Carbon Rod Atomizer*) atau hanya dengan penguapan, misalnya pada analisis Hg (Gunandjar, 1985).

Cara analisis SSA, baik atomisasi dengan nyala yang menggunakan berbagai bahan bakar, maupun dengan tanpa nyala dapat digunakan untuk analisis secara kualitatif dan kuantitatif hampir semua unsur logam. Kepekaan dapat dicapai mulai dari beberapa ppm sampai ppb dan dapat menentukan konsentrasi sampel relatif tinggi di atas 100 ppm (Gunandjar, 1985).

3.1 Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom merupakan suatu metode analisis didasarkan pada proses penyerapan energi oleh atom-atom yang berbeda pada tingkat tenaga dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasnya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (*exited state*). Pengurangan intensitas radiasi yang diberikan sebanding dengan jumlah atom pada tingkat tenaga dasar yang menyerap energi radiasi tersebut. Dengan mengukur intensitas radiasi yang diteruskan (transmisi) atau mengukur intensitas radiasi yang diserap

(serapan), maka konsentrasi unsur di dalam cuplikan dapat ditentukan (Gunandjar, 1985).

Cara kerja alat ini berdasar pada penguapan larutan sampel, kemudian logam yang dikandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang mengandung unsur yang ditentukan. Banyaknya radiasi yang diserap kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu sesuai jenis logamnya. Alat SSA model *Flame* SSA (sistem nyala) sangat sensitif untuk mendeteksi logam dalam konsentrasi yang sangat kecil dalam sampel (ppb), dengan cuplikan dalam bentuk logam. Biasanya larutan yang diperlukan hanya 1-100 μL dan dengan temperatur pembakaran dapat mencapai 300°C (pembakaran secara elektrik). Proses atomisasi dengan temperatur yang tinggi tersebut dapat menyempurnakan proses. Pengatoman oleh suatu larutan sampel yang dapat dideteksi dengan alat ini adalah Cd, Cu, Co, Zn, Pb, Mn (Darmono, 1995).

3.2 Atomisasi

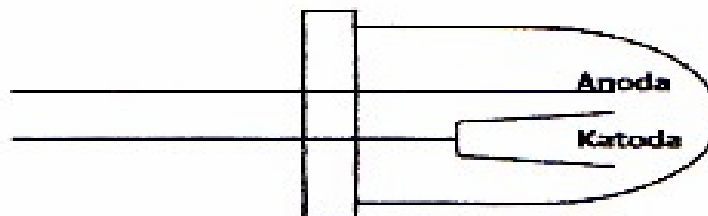
Atomisasi dapat dilakukan baik dengan nyala maupun dengan tungku. Untuk mengubah unsur metalik menjadi uap atau hasil disosiasi diperlukan energi panas. Suhu harus benar-benar terkendali dengan sangat hati-hati agar proses atomisasi sempurna. Ionisasi harus dihindarkan dan ini dapat terjadi bila suhu terlalu tinggi. Bahan bakar dan gas oksidator dimasukkan dalam kamar pencampur kemudian dilewatkan melalui *buffle* menuju ke pembakar. Nyala akan dihasilkan oleh sampel yang dihisap

masuk dalam kamar pencampur. Diusahakan tetesan sampel sekecil mungkin agar melalui *buffle*. Hal ini tidak selalu sempurna, dikarenakan kadang kala nyala tersedot balik ke dalam kamar pencampuran sehingga menghasilkan ledakan. Untuk itu lebih disukai dengan lubang yang sempit dan aliran gas pembakar serta oksidator dikendalikan dengan seksama. Dengan gas asetilen dan oksidator udara tekan, gas akan terbakar dengan suhu maksimum mencapai 1200°C (Khopkar, 1990).

3.3 Instrumentasi

Bagian-bagian penting dari Spektrofotometri Serapan Atom adalah sumber radiasi resonansi, *atomizer*, monokromator dan detektor (Gunandjar, 1985).

1. Sumber radiasi resonansi digunakan lampu katoda rongga (*Hollow Cathode Lamp*) bila mengenai logam dapat mengeluarkan radiasi, kemudian dianalisis.



Gambar 1. Skema Lampu Katoda Rongga (Gunandjar, 1985).

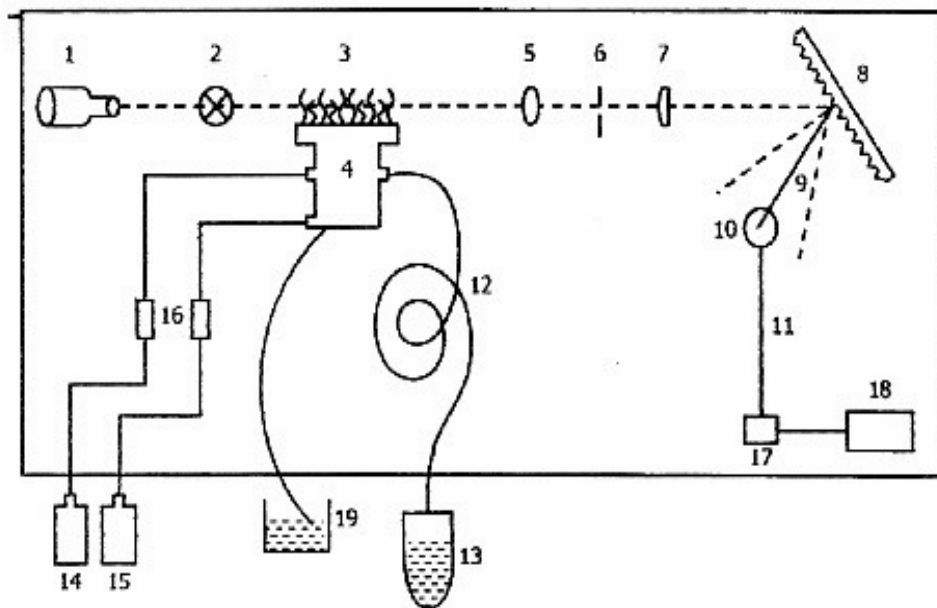
Biasanya elektroda terdiri atas wolfram dan katoda dilapisi unsur murni atau campuran dari unsur yang akan dianalisis. Tabung lampu dan jendela terbuat dari silika atau kuarsa diisi dengan gas pengisi yang

menghasilkan ionisasi. Gas-gas pengisi yang biasa digunakan adalah Ne, Ar dan He (Gunandjar, 1985).

Pemancaran radiasi resonansi terjadi bila kedua elektroda diberi tegangan dan arus listrik yang bermuatan positif, radiasi ini menembaki atom-atom yang ada pada katoda, hal ini menyebabkan terjadi eksitasi atom-atom tersebut. Atom-atom yang tereksitasi menjadi tidak stabil (ground state) dan akan kembali ke tingkat tenaga kerja dasar dengan melepaskan energi eksitasinya dalam bentuk radiasi. Radiasi ini dilewatkan melalui populasi atom yang berada di dalam nyala CRA atau dalam *gas cell*. Dalam lampu katoda rongga terdapat komponen yang disebut *chopper* (baling-baling). Baling-baling ini berfungsi mengatur frekuensi resonansi yang dipancarkan dari lampu katoda rongga, sehingga tenaga radiasi ini oleh *photo multiplier* dapat diubah menjadi energi listrik (Gunandjar, 1985).

2. Sistem Monokromator dan Detektor

Setelah radiasi resonansi di lampu katoda rongga melalui populasi atom di dalam nyala, energi radiasi ini sebagian diserap dan sebagian lagi diteruskan. Fraksi radiasi yang diteruskan dipisahkan dari radiasi lainnya. Pemilihan atau pemisahan radiasi tersebut dilakukan oleh monokromator yang terdiri atas sistem optik, yaitu celah cermin dan grating. Intensitas radiasi yang diteruskan ini kemudian diubah menjadi energi listrik oleh photo multifier dan selanjutnya diukur dengan detektor dan dicatat oleh alat pencatat berupa recorder digital (Gunandjar, 1985).



Keterangan: 1. Lampu katoda 2. Baling-baling 3. Nyala 4. Sistem pengkabut 5. Lensa penyearah 6. Celah/slit 7. Lensa kolimating 8. Kisi defraksi 9. Sinar defraksi 10. Celah keluar sinar 11. Selang cahaya 12. Selang penghisap cairan 13. Cairan sampel/standar 14. Asetilen (C_2H_2) 15. Udara 16. Alat ukur/laju gas 17. Penguat sinyal 18. Pencatat digital 19. Pembuangan cairan

Gambar 2. Bagan Alat SSA Untuk Menganalisa Logam / Mineral (Darmono, 1995).

Ada beberapa usaha untuk mengurangi gangguan pada SSA yaitu pertama dengan jalan menaikkan suhu nyala agar mempermudah penguraian. Kedua menambahkan elemen pengikat gugus atau atom penyangga sehingga terikat kuat akan tetapi atom yang ditentukan bebas sebagai atom netral. Ketiga pengeluaran unsur pengganggu dari matriks dengan cara ekstraksi (Muldja dan Suharman, 1995).

Keunggulan SSA adalah mampu menganalisis unsur dengan cepat (hanya beberapa detik), sampel yang digunakan harus berbentuk larutan, dan sangat akurat karena menggunakan sumber sinar lampu katoda rongga dan sesuai dengan unsur yang akan dianalisis (Gunandjar, 1985).

Kelemahan SSA yaitu diperlukan sampel standar sebagai pembandingan, sampel harus kehomogenan yang baik, dan tidak dapat digunakan untuk mendeteksi unsur-unsur bentuk campuran yang ada pada suatu sampel (Gunandjar, 1985).

E. Landasan Teori

Timbal terdapat dalam lingkungan karena terdapat di alam dan digunakan di industri (Ganiswarna, 1995). Selain dalam bentuk logam murni, timbal dapat ditemukan dalam bentuk senyawa anorganik dan organik. (Darmono, 2001).

Tetraetil-Pb ditambahkan pada bensin sebagai anti ketuk. Manusia terpajan Pb terutama melalui makanan. Makanan dan minuman yang terkena kontaminasi Pb telah menyebabkan kontaminasi fatal pada manusia (Ganiswarna, 1995). Polutan Pb dapat masuk ke tanaman melalui permukaan daun dan melalui sistem perakaran. Masuknya partikel ke dalam tanaman dan permukaan tanah diatur oleh ukuran partikel, morfologi permukaan deposisi, umur aerosol dan kecepatan angin (Connel, 1995).

F. Hipotesis

Dalam kemangi (*Ocimum sanctum* L.) yang ditanam di lokasi ramai dan sepi lalu lintas kendaraan bermotor mengandung logam timbal dengan kadar berbeda.